

# ポーラログラフ法による脳組織内酸素濃度測定とその応用

著者	阿部 忠昭
号	158
発行年	1962
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10097/17729">http://hdl.handle.net/10097/17729</a>

氏 名 あ阿 べ部 ただ忠 あき昭

授 与 学 位 医 学 博 士

学 位 授 与 年 月 日 昭和37年3月23日

学位授与の根拠法規 学位規則第5条第1項

研究科，専攻の名称 東北大学大学院 医学研究科  
外科学系

学 位 論 文 題 目 ポーラログラフ法による脳組織内酸素濃度測定  
とその応用

指 導 教 官 東北大学教授 桂 重 次

論文審査委員 東北大学教授 桂 重 次

東北大学教授 鈴 木 泰 三

東北大学教授 岩 月 賢 一

# 阿部忠昭提出論文内容要旨

## I 緒 言

Polarograph 法により酸素濃度を測定する試みは、最初溶液中の溶存酸素について滴水銀極を用いて行われたが、医学及び生物学の領域でこの方法が応用されるようになったのは 1942 年 Davies らが微小白金電極を動物組織内に応用して局所の酸素濃度を連続的に測定できることを明かにして以来である。近年、麻酔或は外科領域で脳循環動態、殊に脳 Anoxia の発生動態に関する徹底的な検討が望まれているので著者は本法の特徴である組織内酸素濃度の急速な変動を捕え得る点に着目し、動物で実験的に種々の条件で起こした脳 Anoxia の発生経過を本法により追跡してこれに検討を加えた。

## II 測定原理

支持電解質溶液内で  $\text{Ag}-\text{AgCl}$  等の不分極性電極を陽極とし、対する陰極に Pt 電極を用いて電流電圧曲線を記録すると、分極電圧が  $-300 \sim -800 \text{ mV}$  の範囲で曲線は Plateau を形成する。この部分が拡散電流と言われるもので、拡散電流値と溶存酸素圧とは比例関係を示すことが明かにされている。それ故、拡散電流値を示す適当な分極電圧を Pt 電極に与えて得られる電流値を測定することによつて酸素濃度を知り得るとというのが本法の原理である。

## III 実験装置及び方法

酸素電極としては直径  $50 \mu$  の Pt 線の先端を毛細ガラス管の先端から  $1 \sim 2 \text{ mm}$  位露出して封じたいわゆる露出型電極を用いた。得られる電流は  $10^{-6} \text{ A}$  程度の微小電流で、著者は増幅器によりこれを増幅して測定する方法をとつた。即ち、両電極を含む回路に直列に抵抗  $R$  を入れ、この  $R$  の両端に於ける電圧を増幅器入力端子に導き、その電圧測定により電極回路の電流を測定する方法である。実験動物としては体重  $10 \text{ kg}$  内外の雑犬を用い Nembutal  $30 \text{ mg/kg}$  投与による軽度麻酔下に開頭して Pt 電極を大脳皮質或は皮質下に刺入し、 $\text{Ag}-\text{AgCl}$  電極は頭皮下の組織内においた。Pt 電極には Plateau の中央部の電圧を与えた。なお、股動脈から一脚をコイルした水銀血圧計に導いてその平均血圧の同時記録を行つた。

#### IV. 実験成績並びに考按

動物実験に先立ち、生理食塩水及び同溶液に  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$  を微量加えて酸素を除き去つたものでそれぞれ電流電圧曲線を作ると、両者間の拡散電流値に大きな差を認め得た。又、動物脳組織内に於いても電流電圧曲線は良好な Plateau を呈し、この方法が *in vivo* でも充分成立することを示すものである。但し本法の生体内適用に当つて、組織内に於ける拡散の複雑性或は組織の正確な拡散恒数を求め得ない等の理由から露出型電極を用いる限り、得られた電流値より酸素濃度の絶対値を求めることは困難である。従つて著者は動物に空気呼吸をさせた時の値を基準にとり、それよりの増減で以つて大雑把に定量的な考察をするに止めた。脳組織内に於いて Pt 電極の示す値（以下 EPG）は、1）動脈血酸素圧、2）局所血流量、3）脳組織の酸素消費量の以上3因子の影響を受けて変動する。従つて3因子の中2因子を一定にするか、或は一定と見做し得る条件下に於いて EPG はそれぞれ 1), 2), 3) なる量を直接示すことになる。さて、動物に純酸素を吸わせると EPG は直ちに大きく増大し、空気呼吸に戻すと漸減してもとに復する。この場合の EPG 増大は純窒素吸入又は気道閉塞時に認められる EPG 減少に比較してはるかに大きい。このことは Pt 電極がそのごく周囲の酸素圧を忠実に反映していることを示すもので、本法が循環動態の解析上有力な手段たり得る点である。しかし反面で、EPG 値が必ずしも酸素の絶対量と並行しないことに注意を要する。即ち、組織への酸素供給の大部分は Hb によるものであり 100 mmHg 以上の酸素圧の下では Hb はほぼ酸素飽和の状態となり、EPG 値が酸素圧の変動を明確に反映するとは言えなくなるからである。純窒素吸入及び気道閉塞によつて Acute anoxic anoxia を起こすと EPG は略直線状の減少経過を辿るが、気道閉塞による減少の方がはるかに緩徐である。空気呼吸に戻してのち EPG が基線まで恢復するのも気道閉塞の方が速かである。1~2 分間純酸素を吸わせ、次いで空気呼吸に戻して EPG が基線に戻つてから純窒素吸入又は気道閉塞を行うと EPG の減少経過は甚だしく延長し、動物の窒息症状も純酸素で処理しないものに比べはるかに軽い。更に空気呼吸に戻してのちの EPG の基線への到達も速かで容易である。従つて、脳 Anoxia の発現が予期もしくは懸念されるような条件下では予め高濃度の酸素吸入を行うことが発現防止上極めて有効なことは以上のことから明かであろう。阿片 Alkaloid 静注により Cheyne-Stokes 型呼吸ないし周期性呼吸を起こした例での EPG 変化は予想される如く呼吸減退期に EPG 減少を、呼吸促進期に EPG 増大を認め、波状の周期性変動を記録することができた。又、Lobelin による呼吸促進の効果もそれほど著明でないが認め得た。EPG が局所血流量なる因子の影響を受けることは既に述べた如くであるが、脳血流

量と体血圧との間には密接な関係があつて通常両者は並行するものと考えられている。体血圧変動とEPG変化とは一般に略完全な並行関係を示し、これは体血圧と脳血流量との並行関係を裏付けるものである。しかしながら、体平均血圧が高くておよそ100mmHg以上に維持されている時、Adrenalinによつて更に血圧を高めてもEPGは増大せず体血圧とEPGとが並行しなくなる。一方、脳循環を維持できる臨界血圧として50~60mmHgあげられているが、純酸素吸入下に約40mmHgにまで下降した例でEPGは減少せずむしろ極く僅かながら増大を認めた。しかし気道内に純酸素で過大陽圧を加えて完全な脳循環不全状態に至らせるとEPGは速かに大きく減少して最早脳Anoxiaの発現を避け得ないことは当然である。

## V 結 語

Polarograph 法による酸素濃度測定法を動物脳組織内に応用し、本法が脳循環動態の研究に特に適した手段であることを明かにした。今後更に広く応用さるべきものとする。

## 審 査 結 果 の 要 旨

阿部の論文はポーログラフ法によつて、組織内酸素濃度の急速な変動を連続的に測定し得る事に着目し、動物で種々の条件で起きた脳アノキシーの状況を観察した。

即ち、動物に酸素を吸入せしめた場合、窒素を吸入せしめた場合、気道を閉塞せしめた場合、阿片アルカロイド静注の場合、lobelin 注射の場合について観察し、肺性アノキシーが直接脳アノキシーに反映することを確認した。又脳アノキシーと直接関係を有すると思われる血圧については、血圧と脳血流量と平衡関係にあるが、アドレナリンによる異常血圧上昇ではこの平衡関係がみだれることが認められた。

血圧低下でもとづく脳アノキシーは純酸素の吸入によつて改善されるが、更に脳循環不全に到ると純酸素の過大陽圧を加えても最早脳アノキシーの発現は避け得ない。

これは脳生理特に臨床では昏酔に関係深い基礎的研究であつて、この方面の研究に貢献したものである。